

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-230308  
 (43)Date of publication of application : 19.08.1994

(51)Int. Cl. G02B 26/10  
 G02B 26/10  
 G02B 13/00  
 G02B 13/18

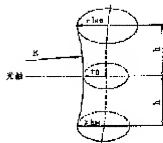
(21)Application number : 05-039271 (71)Applicant : KONICA CORP  
 (22)Date of filing : 04.02.1993 (72)Inventor : YAMAZAKI NORIYUKI

## (54) LIGHT BEAM SCANNING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an image forming lens whose image formation position shift in a subscanning direction, i.e., curvature of the field due to a fluctuation in the reflecting surface position of a rotary polygon mirror is corrected in a scanning optical system which images deflected light on a scanned surface and also has a rotary polygon mirror reflecting surface and the scanned surface set almost in conjugated relation from the geometrical optics point of view in the subscanning-directional plane.

CONSTITUTION: Variation in the radius  $r_h$  of curvature in subscanning-directional section is represented by  $r_h(\pm) = r_0 + (1+k(\pm)) \cdot R_p \cdot \alpha/n \cdot R \cdot [1 - \cos\{\sin^{-1}(h/R)\}]$ , where  $\alpha$  is the angle between light from a laser beam source which is made incident on a rotary polygon mirror and the optical axis of a scanning optical system,  $R_p$  is the radius of the inscribed circle of the rotary polygon mirror,  $(n)$  is the number of surface,  $R$  is the radius of curvature of an optical axis asymmetrical surface in main-scanning directional section containing the optical axis,  $r_0$  is the radius of curvature in the subscanning-directional section containing the optical axis, and  $M$  is the lateral power of the scanning optical system in the subscanning direction while the main scanning side including the center of rotation of the rotary polygon mirror centering on the optical axis of the scanning optical system is regarded as a (+) side and the opposite side is regarded as a (-) side; and the surface which is asymmetrical against the optical axis represented by  $k(+)-k(-) > 0.005M^2$  is included.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平6-230308

(43) 公開日 平成6年(1994)8月19日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup> G 0 2 B 26/10	識別記号 1 0 3	序内整理番号 D	F 1	技術表示箇所
13/00		9120-2K		
13/18		9120-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-39271  
(22) 出願日 平成5年(1993)2月4日

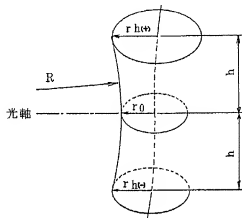
(71) 出願人 000001270  
コニカ株式会社  
東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
(72) 発明者 山崎 敬之  
東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 佐藤 文男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光ビーム走査装置

(57) 【要約】

【目的】 レーザ光源からの光を偏向走査する回転多面鏡と被走査面との間に配置され、偏向光を上記被走査面上に結像させると共に、副走査方向内において上記回転多面鏡反射面と被走査面とを幾何光学的にはば共役関係に置く走査光学系において、回転多面鏡の反射面位置の変動に伴う副走査方向の結像位置変動、すなわち像面湾曲を補正した結像レンズを得る。

【構成】 図5に示すような副走査方向断面内の曲率半径  $r_h$  の変化が、回転多面鏡に入射されるレーザ光源からの光と走査光学系の光軸との為す角を  $\alpha$ 、回転多面鏡の内接円半径を  $R_p$ 、面数を  $n$ 、光軸非対称面の光軸を含む主走査方向断面内における曲率半径を  $R$ 、光軸を含む副走査方向断面内における曲率半径を  $r_o$ 、走査光学系の光軸を中心として回転多面鏡の回転中心を含む主走査側を+側、その反対側を-側、 $M$  を走査光学系の副走査方向の横倍率としたときに、 $r_h(\pm) = r_o + (1+k(\pm) \cdot R_p \cdot \alpha / n) \cdot R \cdot [1 - \cos(\sin^{-1}(h/R))]$   
 $k(+)-k(-) > 0$ 、 $0.05 M^2$  で表される光軸に対する非対称面を含む。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源からの光を偏向走査する回転多面鏡と被走査面との間に配置され、偏向光を前記被走査面上に結像させると共に、副走査方向内において前記回転多面鏡反射面と被走査面とを幾何光学的にほぼ共役関係に置く走査光学系において、

副走査方向断面内の曲率半径の変化が光軸からの距離に対して非対称な形状となる面を含み、回転多面鏡に入射されるレーザ光源からの光と走査光学系の光軸との為す\*

$$rh(\pm) = r_0 + (1 + k(\pm) \cdot R_p \cdot \alpha / n) \cdot R \cdot [1 - \cos(\sin^{-1}(h/R))]$$

で表され、更に

$$k(+)-k(-) > 0.005 M^2$$

但し、M：走査光学系の副走査方向内面の横倍率

を満足することを特徴とする光ビーム走査装置

【請求項2】 請求項1記載の光ビーム走査装置において、走査光学系の副走査方向内の横倍率が3以下であることを特徴とする光ビーム走査装置

【請求項3】 請求項1記載の光ビーム走査装置において、走査光学系が2枚のレンズで構成され、光軸非対称面を含むレンズは樹脂であること特徴とする光ビーム走査装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光走査装置、特にレーザ光源からの光を回転多面鏡によって偏向走査する光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザ・プリンター等の光ビーム走査装置用光学系の光偏向手段としては、回転多面鏡が広く用いられている。回転多面鏡を用いる場合、面割れ公差を※30

$$\omega X = \omega_s \sqrt{1 + (4\lambda X / \pi \omega_s^2)^2}$$

ここで、 $\lambda$ はレーザ光の波長である。

【0004】 全域にわたり良好な画質を得るために、副★

9.0～9.9  $\mu m$ の場合、 $X = \pm 3$ 、

7.0～7.7  $\mu m$ の場合、 $X = \pm 2$ 、

5.0～5.5  $\mu m$ の場合、 $X = \pm 1$ 、

となり、高解像性に従い許容深度が浅くなってしまう。

要求される解像度が低い場合は光軸対称のレンズ系を用いても実用上問題とはならないが、要求される解像度が高くなるに従い、光軸対称レンズ系を用いた場合に残存する像面湾曲は無視出来なくなる。

【0005】 走査線全域にわたり、像面湾曲を補正した走査装置としては、例えば特公3-49408号公報に開示された走査装置がある。しかしこれは、図4に示すように、副走査方向断面内の曲率半径  $rh$  が光軸からの距離  $h$  の関数であるような変形シリンドリカルレンズにより、従来のシリンドリカルレンズ、トーリックレンズでは難しかった広範囲化を達成している。しかし、その曲率半径の変化は、光軸に対して対称であり、偏向器として回転多面鏡を用いた場合に発生する、反射面位置

2

\*角を $\alpha$ 、回転多面鏡の内接円半径を $R_p$ 、面数を $n$ 、光軸非対称面の光軸を含む主走査方向断面内における曲率半径を $R$ 、光軸を含む副走査方向断面内における曲率半径を $r_0$ 、走査光学系の光軸を中心として回転多面鏡の回転中心を含む主走査側を+側、その反対側を-側としたときに、主走査方向に光軸から+、-方向にそれぞれ  $h$  だけ離れた位置で光軸に平行な副走査方向断面内における曲率半径  $rh(+)$ 、 $rh(-)$ が

※軽減する目的で、一般的には副走査方向内において回転多面鏡反射面と被走査面とを幾何光学的にほぼ共役関係に置き、前記反射面近傍に副走査方向内において集光された光を入射する。しかし、回転多面鏡の回転に伴わない反射面の位置は移動してしまい、その結果、上記共役関係が崩れ、副走査方向内での結像点は被走査面からのずれを生じ、副走査方向内結像点の像面湾曲が発生する。また、前記反射面に入射する光は、図1に示すように、走査線を含む面内で、走査レンズの光軸に対してある角度 $\alpha$ をなして横方向から入射するため、回転多面鏡の配置もその回転中心が光軸上にはなく、前記反射面移動は走査レンズの光軸に対して対称とはならない。そのため、光軸に対して対称なレンズ系を用いた場合、光軸に対して対称ではない反射面移動量を考慮に入れて全域にわたって上記副走査方向内結像点の像面湾曲を良好に補正することは困難であった。

【0003】 一方、レーザ光学系においてピント位置でのスポットの大きさを $\omega_0$ 、ピントから距離  $X$  だけ離れた位置でのスポットの大きさを $\omega X$ と置くと、 $\omega X$ と $\omega_0$ の関係は次式の様にすることが知られている。

①

★走査方向のスポットの大きさの変動を10%以内に押さ

えようとする②式から、 $\omega_0$ が

7mm ・・・ (A)

2mm ・・・ (B)

1mm ・・・ (C)

の変動に伴う副走査方向内での結像位置変動を補正しようとするものではない。また、特公2-23313号公報に開示された走査装置は、光軸に対して副走査方向内面の曲率半径を非対称とすることにより、偏向器として回転多面鏡を用いた場合に発生する副走査方向内での結像位置変動を良好に補正しようとしているが、走査レンズの横倍率が3以上5以下と大きいため、精度が厳しくコストアップとなり、また、非対称面を含むレンズがガラスであるため、加工性からもコストアップとなり、低コスト化、量産には不向きである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、レーザ光源からの光を偏向走査する回転多面鏡と被走査面との間に配置され、偏向光を上記被走査面上に結像させると共

3

に、副走査方向面内において上記回転多面鏡反射面と被走査面とを幾何光学的には共役関係に置く走査光学系において、回転多面鏡の反射面位置の変動に伴う副走査方向面内の結像位置変動、すなわち被走査面上における副走査方向面内結像位置の像面湾曲を良好に補正した高性能かつ安価な走査光学系用結像レンズを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の走査装置の構成は、図1に示すように、コリメータレンズ2、シリンドリカルレンズ3を経て入射するレーザ光線1からの光を偏向走査する回転多面鏡4は、その回転中心5が光軸6から一側にずれて配設され、結像レンズが該回転多面鏡4と被走査面7との間に配置され、偏向光を前記被走査面上に結像させると共に、副走査方向面内において前記\*

$$r(\pm) = r_s + (1 + k(\pm) \cdot R \cdot p \cdot \alpha / n) \cdot R \cdot [1 - \cos \{ \sin^{-1} (h/R) \}]$$

・・・②

で表され、更に

$$k(+)-k(-) > 0.005 M^2$$

但し、M：走査光学系の副走査方向の横倍率

を満足することを特徴とする。

【0008】また、上記ビーム走査装置においては、走査光学系の副走査方向の横倍率が3以下であることが望ましい。そして、走査光学系が2枚のレンズで構成され、光軸非対称面を含むレンズはプラスチックレンズとされることが望ましい。

【0009】

【作用】回転多面鏡の反射面と被走査面とを共役関係に置く走査光学系において、回転多面鏡の反射面と回転中心が一致していないこと、及び回転多面鏡反射面に入射される光が走査光学系の光軸に対して主走査面内で角度 $\alpha$ を有するように横方向から入射されることから、光軸に対して対称な走査光学系を用いると、図6に一点鎖線で示した様に、副走査方向面内の結像面は光軸に対して非対称に湾曲してしまう。この非対称性を補正するには、走査光学系において副走査方向断面曲率半径を+像高側と-像高側とで異なった値、すなわち光軸を中心に非対称な形状となる面を含むことが必要となる。

【0010】非対称面における光軸からある距離hだけ離れた位置で光軸に平行な副走査断面内の曲率半径は、回転多面鏡に入射する光と走査光学系の光軸とのなす角、回転多面鏡の大きさ、面数に影響を受け、上記②式で表現出来る。この式中の係数kの値は光軸に対して+像高側、-像高側とでは異なった値となり、この結果、光軸に対して非対称な形状のレンズ面が得られることとなる。より具体的には、+像高側の係数k(+)、-像高側の係数k(-)の差が③式を満足することが望ましい。この下限を超えると、本発明が目的とするところの像面湾曲の非対称性を十分に補正することが困難とな

面番号

R(mm)

r<sub>s</sub>(mm)

d(mm)

n(780nm)

4

\* 回転多面鏡反射面と被走査面とを幾何光学的には共役関係に置く走査光学系において、図5に示すような副走査方向断面内の曲率半径の変化が光軸からの距離hに対して非対称な形状となる面を含み、回転多面鏡に入射されるレーザ光源からの光と走査光学系の光軸とのなす角を $\alpha$ 、回転多面鏡の内接円半径をRp、面数をn、光軸非対称面の光軸を含む主走査方向断面内における曲率半径をR、光軸を含む副走査方向断面内における曲率半径をr<sub>s</sub>、走査光学系の光軸を中心として回転多面鏡の回転中心を含む主走査側を+側、その反対側を-側としたときに、図5に示すように+側と-側とは非対称であり、主走査方向に光軸から+、-方向にそれぞれhだけ離れた位置で光軸に平行な副走査方向断面内における曲率半径rh(+)、rh(-)が

・・・③

20.る。

【0011】更に、走査光学系の横倍率を低く(3以下が望ましい)抑える方が部品精度、配置精度を緩めることが出来、低コストで実現することが可能となる。更に、非対称面を含んだレンズを樹脂とすることで、この特異な形状の加工を金型に施しておきさえすれば、成形によりこのレンズを製造することが可能であり、低コストで特異な形状のレンズを実現することが可能となる。また金型の加工においても数値制御研削加工機等を用いることで実現可能である。

【0012】

【実施例】以下の表中、R、rは面曲率半径、dは面間隔、nは屈折率を示し、具体的にはR<sub>1</sub>は回転多面鏡の反射面の曲率半径、R<sub>2</sub>は走査光学系第1面の曲率半径、R<sub>3</sub>は走査光学系の第2面の中心曲率半径、R<sub>4</sub>は走査光学系の第3面の主走査方向断面内曲率半径、r<sub>s1</sub>は走査光学系の第3面の副走査方向断面内曲率半径、R<sub>5</sub>は走査光学系の第4面の中心曲率半径、d<sub>1</sub>は回転多面鏡反射面と走査光学系第1面の軸上間隔、d<sub>2</sub>は走査光学系第1レンズの軸上厚、d<sub>3</sub>は走査光学系第1レンズと第2レンズの軸上間隔、d<sub>4</sub>は走査光学系第2レンズの軸上厚、d<sub>5</sub>は走査光学系第4面と被走査面の軸上間隔を示す。また、第3面、第5面は回転対称非球面であり、以下の式で表現できる。

【数1】

$$X = \frac{C \phi^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) C^2 \phi^2}} + \sum_i A_i \phi^{p_i}$$

$$\phi^2 = y^2 + z^2$$

$$C = C_1 + C_2$$

C\*: 近軸曲率

【0013】実施例1

(4)

特開平6-230308

5		6
1	$\infty$	56.0
2	-909.205	6.5 1.70400
3	-118.186	6.0
4	-115.000 +41.080	9.0 1.48595
5	-120.064	193.0

非球面係数

第3面

$$\begin{aligned}
 k &= -0.25484 & A_1 &= +0.89742 \times 10^{-6} & P_1 &= 4 \\
 & & A_2 &= -0.36272 \times 10^{-9} & P_2 &= 6 \\
 & & A_3 &= +0.29111 \times 10^{-12} & P_3 &= 8 \\
 & & A_4 &= -0.64822 \times 10^{-16} & P_4 &= 10
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 k &= -9.09304 & A_1 &= -0.15740 \times 10^{-6} & P_1 &= 4 \\
 & & A_2 &= +0.29031 \times 10^{-9} & P_2 &= 6 \\
 & & A_3 &= -0.10174 \times 10^{-12} & P_3 &= 8 \\
 & & A_4 &= -0.13436 \times 10^{-16} & P_4 &= 10
 \end{aligned}$$

入射光線角度

$$\alpha = 1.0472(\text{rad})$$

回転多面鏡内接円半径

$$R_p = 17.3205(\text{mm})$$

回転多面鏡面数

$$n = 6$$

副走査方向の横倍率

$$M = 3.03$$

非対称面形状

$$\begin{aligned}
 k(+)&= -0.49620 \times 10^{-2} \\
 k(-)&= -0.10420 \\
 k(+)-k(-)&= 0.099238 \\
 0.005M^2 &= 0.045905
 \end{aligned}$$

【0014】実施例2

面番号	R(mm)	r <sub>0</sub> (mm)	d(mm)	n(780nm)
1	$\infty$		28.7	
2	-65.066		6.5	1.48595
3	-38.696		92.0	
4	-290.000	+30.070	3.0	1.48595
5	-657.208		103.5	

非球面係数

第3面

$$\begin{aligned}
 k &= -0.33158 & A_1 &= +0.39988 \times 10^{-10} & P_1 &= 4 \\
 & & A_2 &= -0.30836 \times 10^{-9} & P_2 &= 6 \\
 & & A_3 &= -0.90000 \times 10^{-14} & P_3 &= 8 \\
 & & A_4 &= +0.35036 \times 10^{-19} & P_4 &= 10
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 k &= -0.13115 & A_1 &= -0.23645 \times 10^{-6} & P_1 &= 4 \\
 & & A_2 &= +0.16326 \times 10^{-10} & P_2 &= 6 \\
 & & A_3 &= -0.15765 \times 10^{-14} & P_3 &= 8 \\
 & & A_4 &= +0.58274 \times 10^{-19} & P_4 &= 10
 \end{aligned}$$

入射光線角度

$$\alpha = 1.0472(\text{rad})$$

回転多面鏡内接円半径

$$R_p = 17.3205(\text{mm})$$

回転多面鏡面数

$$n = 6$$

副走査方向の横倍率

$$M = 0.99$$

非対称面形状

$$\begin{aligned}
 k(+)&= +0.0066159 \\
 k(-)&= -0.016540 \\
 k(+)-k(-)&= 0.023156 \\
 0.005M^2 &= 0.004900
 \end{aligned}$$

## 【0015】実施例3

(レンズデータは実施例1と同じ)

入射光線角度  $\alpha = 1.0472(\text{rad})$   
 回転多面鏡内接円半径  $R_p = 40.3927(\text{mm})$   
 回転多面鏡面数  $n = 8$   
 副走査方向の横倍率  $M = 0.99$   
 非対称面形状  $k(+) = +0.0018913$   
 $k(-) = -0.022695$   
 $k(+)-k(-) = 0.024586$   
 $0.005M^2 = 0.004900$

## 【0016】実施例4

(レンズデータは実施例1と同じ)

入射光線角度  $\alpha = 1.5708(\text{rad})$   
 回転多面鏡内接円半径  $R_p = 20.0000(\text{mm})$   
 回転多面鏡面数  $n = 6$   
 副走査方向の横倍率  $M = 0.99$   
 非対称面形状  $k(+) = +0.0095493$   
 $k(-) = -0.012414$   
 $k(+)-k(-) = 0.021963$   
 $0.005M^2 = 0.004900$

## 【0017】実施例5

(レンズデータは実施例1と同じ)

入射光線角度  $\alpha = 1.5708(\text{rad})$   
 回転多面鏡内接円半径  $R_p = 17.3205(\text{mm})$   
 回転多面鏡面数  $n = 6$   
 副走査方向の横倍率  $M = 0.99$   
 非対称面形状  $k(+) = +0.011027$   
 $k(-) = -0.011027$   
 $k(+)-k(-) = 0.022054$   
 $0.005M^2 = 0.004900$

## 【0018】実施例6

面番号	R(mm)	r <sub>o</sub> (mm)	d(mm)	n(780nm)
1	$\infty$		28.7	
2	-44.230		6.5	1.48595
3	-30.430		60.0	
4	-175.000	+32.627	3.0	1.48595
5	-281.067		142.2	

非球面係数

第3面

$k = -0.44007$   $A_1 = -0.15879 \times 10^{-6}$   $P_1 = 4$   
 $A_2 = -0.45351 \times 10^{-9}$   $P_2 = 6$   
 $A_3 = -0.10179 \times 10^{-13}$   $P_3 = 8$   
 $A_4 = +0.29467 \times 10^{-19}$   $P_4 = 10$

第5面

$k = -5.0046$   $A_1 = -0.55585 \times 10^{-6}$   $P_1 = 4$   
 $A_2 = -0.59331 \times 10^{-10}$   $P_2 = 6$   
 $A_3 = -0.11715 \times 10^{-13}$   $P_3 = 8$   
 $A_4 = +0.77691 \times 10^{-19}$   $P_4 = 10$

入射光線角度  $\alpha = 1.5708(\text{rad})$   
 回転多面鏡内接円半径  $R_p = 17.3205(\text{mm})$

9	
回転多面鏡面数	$n = 6$
副走査方向の横倍率	$M = 1.79$
非対称面形状	$k(+) = +0.016099$
	$k(-) = -0.023156$
	$k(+) - k(-) = 0.039255$
	$0.005M^2 = 0.016021$

【0019】上記実施例においては、光軸非対称面を含むレンズは被走査面側のレンズであり、その光軸非対称面は回転多面鏡側の面とされているが、これに限定されるわけではなく、回転多面鏡側のレンズ面を光軸非対称面を含むレンズとし、あるいは非走査面側の面を光軸非対称面としてもよい。なお、この走査光学系の一部にシリンドリカル面、トーリック面、及び対称型変形シリンドリカル面を含ませてもよく、また光軸非対称面を複数使用してもよい。

【0020】

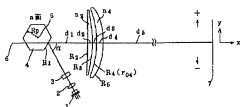
【発明の効果】本発明の走査光学系は、図5に示すような非対称性レンズを用いることにより、各実施例および図1ないし3に示すように、僅か2枚の結像レンズにより、図6ないし11に示すように、偏向手段として回転多面鏡を用いた場合に発生する副走査方向面内の像面湾曲の非対称性が良好に補正出来ることとなり、高性能な光ビーム走査装置を実現することが出来るだけでなく、プラスチックレンズを用いることで、コストを低減することが出来た。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走査光学系の第1実施例の光軸を含む主走査方向断面図である。

【図2】本発明の走査光学系の第2実施例の光軸を含む主走査方向断面図である。

【図1】



【図3】



10

【図3】本発明の走査光学系の第6実施例の光軸を含む主走査方向断面図である。

【図4】従来の光軸対称な変形シリンドリカル面の形状図である。

【図5】本発明の光軸非対称面形状の説明図である。

【図6】本発明の第1実施例の像面湾曲図および第1実施例の光軸非対称面を光軸対称面にした場合の副走査方向像面湾曲図である。

【図7】本発明の第2実施例における像面湾曲図である。

【図8】本発明の第3実施例における像面湾曲図である。

【図9】本発明の第4実施例における像面湾曲図である。

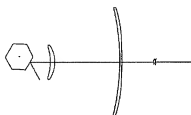
【図10】本発明の第5実施例における像面湾曲図である。

【図11】本発明の第6実施例における像面湾曲図である。

【符号の説明】

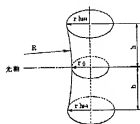
- |            |              |   |
|------------|--------------|---|
| 1 レーザ光源    | 2 コリメータレンズ   | 3 |
| シリンドリカルレンズ |              |   |
| 4 回転多面鏡    | 5 回転多面鏡の回転中心 | 6 |
| 走査光学系の光軸   |              |   |
| 7 被走査面     |              |   |

【図2】

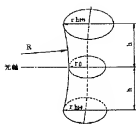




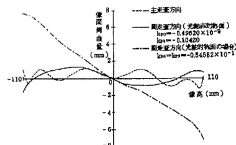
【図4】



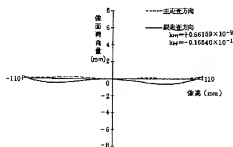
【図5】



【図6】

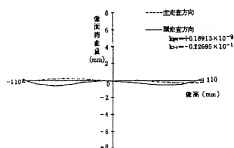


【図7】

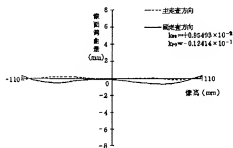


【図9】

【図8】



【図10】



【図11】

